

D- 09259.03

ENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA



SEMINARIO PROYECCIONES DE POBLACION

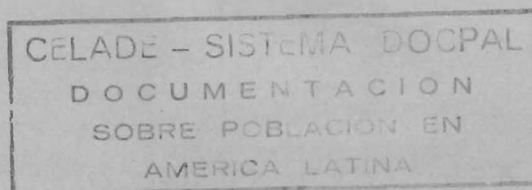
San José, Costa Rica, 4-13 octubre, 1982.

(Documento de discusión)

PROYECCION DE LA FECUNDIDAD :
CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS EN CELADE

Juan Chackiel

SEM-PROY/03



CELADE, Octubre, 1982

Programa de Cooperación
e Intercambio CELADE/Canadá

INTRODUCCION

El procedimiento probablemente más utilizado para proyectar la población de un país según sexo y grupos de edades es el llamado de "las componentes". El Manual III de las Naciones Unidas ^{1/} definió esta técnica como la "proyección por separado del número de hombres y mujeres en cada grupo de edad", aunque podrían considerarse otras características de éstas (por ejemplo, urbano-rural, raza, etc.). Una expresión más específica para denominar lo que realmente se hace, es hablar de "componentes por cohorte", en que la proyección por separado de cada grupo de edad en cada sexo se calcula tomando en consideración la evolución de los tres componentes del cambio demográfico: muertes, nacimientos y migraciones. ^{2/}

Supóngase una proyección por grupos quinquenales de edades para un período de 5 años. Se parte de una población base por sexo y grupos quinquenales de edades a una fecha determinada (probablemente cercana a un censo), se calculan los sobrevivientes de cada cohorte 5 años después (mediante relaciones de sobrevivencia) y se agregan o quitan los migrantes netos del período. Con ello se ha proyectado la población ya nacida al momento inicial, pero aún resta el cálculo de los nacimientos del período que darán lugar a la población de 0-4 años de edad, sobreviviente al final del período proyectado. Lo mismo puede ser considerado para otras opciones de agrupamientos de edades y/o períodos de proyección. ^{3/}

El objetivo de este trabajo es presentar los procedimientos usados para proyectar los nacimientos como parte necesaria del método de las componentes por cohortes y discutir algunos problemas relacionados con la formulación de hipótesis para el futuro. Aunque se intentará dar un amplio panorama de los distintos tópicos que se tratan, se hará fundamental hincapié

-
- ^{1/} Naciones Unidas; Manual III. Métodos para preparar proyecciones de población por sexo y edad. ST/SOA/Serie A No. 25, Nueva York 1956, pág. 3.
 - ^{2/} Naciones Unidas; Prospects of Population: Methodology and Assumptions. ST/ESA/SER.A/67. Nueva York 1979, pág. 17.
Shryock, H. y Siegel, J.; The Methods and Materials of Demography. Academic Press, Nueva York 1976, pág. 443.
 - ^{3/} Más detalles sobre la mecánica del método puede verse en: Naciones Unidas; Manual III ... op. cit.

en los procedimientos y criterios utilizados en el Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE), considerando que su experiencia en este campo es la que más interesa a los países de la región y la que se debe, además, analizar críticamente con la intención de obtener mejores proyecciones de población que en definitiva conduzcan a insumos más plausibles en los planes de desarrollo económico y social.

Como se verá más adelante, para obtener los nacimientos juega un papel fundamental el nivel de la fecundidad medido por la Tasa Global de Fecundidad (o la Tasa Bruta de Reproducción) y las correspondientes tasas de fecundidad por grupos de edades, por lo que debe prestarse especial atención a los distintos métodos de estimación de estas variables, a las fuentes disponibles y la calidad de los datos que ellas brindan.

Los datos básicos disponibles, tanto cuantitativos como cualitativos, impiden que pueda pretenderse una uniformidad absoluta en los procedimientos y criterios a utilizarse en cada país. Se hará todo lo posible por tomar en cuenta este aspecto en el desarrollo del documento, pero lo fundamental es advertir que en este tema, como en prácticamente todo lo que concierne al manejo de información demográfica, no hay "recetas" válidas, sino que se debe tener juicio crítico para adoptar la metodología más apropiada para el caso concreto que se esté analizando.

I. LA PROYECCION DE LOS NACIMIENTOS

Varias son las formas de obtener los nacimientos necesarios para proyectar la población por el método de las componentes por cohortes. Shryock y Siegel mencionan tres clases de procedimientos: ^{4/} el de las "tasas de fecundidad por edades del período", el de "fecundidad de cohortes" y un tercero, derivado del anterior, que toma en consideración la nupcialidad, la paridez y el intervalo intergenésico. ^{5/}

A continuación se describirá en qué consisten los métodos basados en tasas de fecundidad por edades y el de la fecundidad por cohortes, pues son los que han sido más usados hasta ahora. Se hará más hincapié en el primero por ser el utilizado generalmente en los países en desarrollo y en particular en América Latina.

1. El procedimiento de las tasas de fecundidad por edades

Esta es la técnica más comúnmente aplicada y se basa en supuestos de comportamiento futuro de las tasas de fecundidad por edades para el período a proyectar, siendo por lo tanto un enfoque de tipo transversal. Así, lo más común es considerar la proyección por períodos de 5 años y por lo tanto se necesitan tasas de fecundidad representativas de un quinquenio para que, aplicadas a la población media femenina del período, se obtenga el número medio de nacimientos respectivos que multiplicados por 5 conducen a los nacimientos totales del período.

Simbólicamente:

${}_5f_x^{t,t+5}$ - tasas de fecundidad por edades (grupo $x, x+4$) supuestas para el período $t, t+5$.

${}_5N_x^{F,t}$ - población femenina entre $x, x+4$ años cumplidos de edad, correspondiente al momento t (inicio de la proyección).

^{4/} Shryock y Siegel; The Methods and Materials ... op. cit., pág. 445.

^{5/} Feeney presentó a la Conferencia de Manila un modelo basado en el intervalo intergenésico y la paridez:
Feeney, G.; Population Dynamics Based on Birth Intervals and Parity Progression. East-West Population Institute, Honolulu, 1931.

${}_5N_x^{F,t+5}$ - población femenina entre x y $x+4$ años cumplidos de edad correspondiente al momento $t+5$ (sobrevivientes más migración neta).

$B^{t,t+5}$ - nacimientos totales correspondientes al período $t, t+5$.

Considerando 15 y 49 como las edades límites del período reproductivo de la mujer, se tiene:

$$B^{t,t+5} = 5 \sum_{15}^{45} \left[{}_5f_x^{t,t+5} \cdot \frac{{}_5N_x^{F,t} + {}_5N_x^{F,t+5}}{2} \right]$$

para $x = 5, 10, 15, \dots, 45$

Si se desean nacimientos femeninos y masculinos basta suponer un índice de masculinidad al nacimiento. Si éste es 1.05 se multiplican los nacimientos totales por 0.4878 para obtener los femeninos. En el cuadro 1 se presenta un ejemplo numérico con base en la proyección de México.

Esta no es la única manera de calcular los nacimientos ^{6/}, pero es quizás la más común y la que se usa en los programas de computación que maneja el CELADE ^{7/}.

La forma de proyectar las tasas de fecundidad por edades se describe en los capítulos III y IV en detalle, pues es uno de los aspectos cruciales de toda proyección de población. Cabe de todas maneras mencionar la importancia de contar con buenas estimaciones pasadas y recientes que sirvan de base firme a las hipótesis que se adopten. Por ello es de destacar la necesidad de realizar esfuerzos por mejorar el conocimiento de los niveles, tendencias y diferenciales de la fecundidad, lo que comúnmente se hace en términos de las tasas por edades y su expresión resumida, la Tasa Global de Fecundidad (o la Tasa Bruta de Reproducción).

^{6/} Otras formas pueden verse en: Naciones Unidas, Manual III ... op. cit., pág. 43.

Shryock y Siegel; The Methods and materials ... op. cit., pág. 446.

^{7/} Naciones Unidas; A User's manual to the population projection computer programme of the Population Division of the United Nations. ESA/P/WP.77, Nueva York, 1982.

Cuadro 1

CALCULO DE LOS NACIMIENTOS DEL PERIODO 1980-1985
PARA LA PROYECCION DE MEXICO. HIPOTESIS MEDIA

Grupos de edades	Población femenina (en miles)			Tasas de fecundidad 1980 - 1985	Nacimientos totales (en miles)
	1980	1985	Media		
15 - 19	3 771.8	4 445.8	4 108.8	0.0756	310.6
20 - 24	3 145.1	3 725.8	3 435.5	0.2336	802.5
25 - 29	2 574.8	3 099.0	2 836.9	0.2291	649.9
30 - 34	2 010.0	2 534.6	2 272.3	0.1799	408.8
35 - 39	1 632.2	1 973.9	1 803.1	0.1362	245.6
40 - 44	1 389.9	1 597.4	1 493.7	0.0564	84.2
45 - 49	1 184.4	1 354.4	1 269.4	0.0112	14.2
Promedio anual de nacimientos:					2 515.9
Total de nacimientos en el quinquenio:					12 579.5
Nacimientos femeninos en el quinquenio:					6 136.3
Nacimientos masculinos en el quinquenio:					6 443.2

2. El procedimiento de la fecundidad de cohortes

En los Estados Unidos desde 1964 y posteriormente en otros países desarrollados, comenzó a utilizarse el método de proyección de nacimientos por cohortes. ^{8/}

Para cada cohorte real de mujeres se hace un supuesto razonable sobre el número medio total de hijos que tendrán como descendencia final. Se parte de la fecundidad acumulada hasta el inicio de la proyección y se completa la información en base a datos sobre nacimientos esperados que proporcionan encuestas realizadas con tal fin. Esto es válido para las mujeres que ya han entrado al período reproductivo, pero para aquéllas que aún no lo han hecho y las que incluso no han nacido al momento de iniciarse la proyección,

^{8/} Spiegelman, M.; Introducción a la Demografía. Fondo de Cultura Económica, México 1972, pág. 274.
Shryock y Siegel; The Methods and Materials ... op. cit., pág. 448.

se deben formular hipótesis sobre fecundidad total acumulada, en base a la experiencia pasada de las cohortes más jóvenes.

Además, es necesario darse una distribución de esta fecundidad acumulada para cada cohorte en los distintos períodos de la proyección o sea por grupos de edades de las mujeres. Por diferencia entre las tasas acumuladas para grupos de edades sucesivos dentro de cada cohorte, se calculan las tasas por cohortes para cada período de la proyección.

El método en su forma original y más simple no toma en consideración la duración del matrimonio, el orden del nacimiento, el espaciamiento entre los hijos, etc., pero ya algunos países lo están haciendo. Lógicamente que, en la medida que se vuelve más sofisticado el procedimiento, mayores son los requerimientos de información básica y las hipótesis que hay que formular.

3. Consideraciones sobre los procedimientos expuestos

La obtención de la proyección de los nacimientos por el procedimiento de fecundidad de cohortes parece haber surgido como reacción a ciertas limitaciones que se señalan a la técnica basada en la fecundidad de período. Spiegelman ^{9/} al referirse al procedimiento de tasas de fecundidad por edades señala: "Aunque el enfoque de tendencia en el tiempo es muy arbitrario, tiene la ventaja de ser simple, una ventaja que se hace aparente en vista de la incertidumbre de los resultados producidos por métodos más complicados. Sin embargo, en las proyecciones de tasas de natalidad ^{10/} por edades según el enfoque de tendencia en el tiempo, están implícitas las tasas de natalidad de cohorte, ya que cualquier grupo de edad puede ser seguido hacia adelante de un período al siguiente. Las tasas de natalidad acumulativas (de descendencia final) pueden ser inconsistentes, internamente."

En la búsqueda de una solución a la arbitrariedad y posibles incoherencias señaladas, han surgido los métodos basados en fecundidad de cohortes.

^{9/} Spiegelman, M.; Introducción ... op. cit., pág. 274.

^{10/} La traducción al español usa "natalidad", sería más correcto "fecundidad".

Si bien teóricamente las técnicas de proyección de la fecundidad de cohortes podrían considerarse como más correctas, en la práctica no se recomiendan para los países en desarrollo pues, además de ser más complicadas, requieren de una información que normalmente no está disponible. Podría agregarse que así como es arbitrario formular hipótesis de tasas de fecundidad por edades para los períodos futuros, también lo es el darse una descendencia final para cada cohorte. Las opiniones de las mujeres sobre el número de hijos que esperan tener, no siempre reflejará lo que realmente ocurrirá posteriormente. Más difícil aún es formular hipótesis sobre la fecundidad final de mujeres que todavía no comienzan el período fértil.

Parece importante transcribir las conclusiones, sobre el uso de estos procedimientos que han llegado las Naciones Unidas. El Grupo Ad Hoc de Expertos sobre Proyecciones de Población en 1977 "fue de la opinión de que la Secretaría de las Naciones Unidas no debería encargarse de elaborar y consumir tiempo en estudios diseñados para aplicar el método de fecundidad de cohortes para proyectar la fecundidad excepto, quizás, para un número limitado de países donde los patrones de conducta reproductiva así como de matrimonios y divorcios tiendan a cambiar radicalmente y donde existan datos satisfactorios." ^{11/} En las recomendaciones surgidas de las reuniones sobre proyecciones de población realizadas en Budapest en marzo de 1980 se dice que "Aunque el uso de las tasas de fecundidad de cohortes pueden a menudo ser ventajosas en proyecciones para países de baja fecundidad donde han habido cambios en el espaciamiento de los nacimientos, este método no necesariamente da mejores resultados que el que se usa con medidas de período donde tales variaciones en el espaciamiento no han sido importantes. El uso de indicadores de cohortes no es un método universalmente recomendable para proyecciones de fecundidad." ^{12/}

Cabe, sin embargo, rescatar la inquietud sobre las posibles incoherencias que se produzcan en la fecundidad por cohortes cuando la proyección

^{11/} Naciones Unidas; Prospects of Population ... op. cit, pág. 7.

^{12/} Naciones Unidas; Population Projections: Problems and Solutions. Report of the Workshop on Population Projections. Budapest, Hungary, 17-28 March 1980. Nueva York, 1981, pág. 2.

se hace con tasas de fecundidad transversales. Esto podría considerarse como uno de los criterios importantes para evaluar las hipótesis formuladas.

II. LA FORMULACION DE HIPOTESIS

1. Planteamiento del problema

Es una opinión generalizada que el comportamiento futuro de la fecundidad juega un papel fundamental en la determinación del crecimiento y estructura de la población y que es una de las variables más difíciles de predecir. A fin de apoyar esta afirmación, se transcribe a continuación lo expresado por algunos destacados demógrafos.

Spiegelman ^{12/} comienza la sección sobre "Proyecciones de la Fecundidad": "Las estimaciones del número de nacimientos futuros son la componente más importante de las proyecciones de población en términos nacionales. También son importantes no sólo porque los nacimientos son lo más relevante que se incorpora a la población (lo otro son los inmigrantes), sino también porque los números de nacimientos están sujetos a amplios cambios en el transcurso del tiempo." ... "Aunque los estudios de la fecundidad han realizado el entendimiento de factores que afectan la tasa de natalidad, permanecen muchas incertidumbres."

Pressat ^{13/} se refiere a "... la dificultad de prever (cuando se trata de hacer no simples proyecciones condicionales, sino verdaderas previsiones) la forma en que evolucionará dicho comportamiento en el futuro."

Brass ^{14/}, como integrante del Grupo Ad Hoc de expertos sobre Proyecciones Demográficas de Naciones Unidas (1977), sobre esto dice: "La temprana detección de una tendencia significativa, particularmente en fecundidad, puede transformar la confiabilidad de una proyección desde que, como se indicó más arriba, la estimación del momento de la iniciación del cambio es el elemento más incierto." ... "En general, el parámetro más crítico de todos es el nivel de fecundidad."

^{12/} Spiegelman, M. Introducción a la Demografía ... op. cit., pág. 273.

^{13/} Pressat, R.; El análisis demográfico. Fondo de Cultura Económica, México, 1967, pág. 379.

^{14/} Naciones Unidas; Prospects of Populations ... op. cit., pág. 100.

La opinión de Klinger ^{15/} es: "La estimación del número de niños que nacerán en el futuro es el más problemático, así como el más importante aspecto de las proyecciones de población. Cuanta gente actualmente viva sobrevivirá hasta una fecha dada en el futuro puede ser predecido relativamente bien, pero el número por nacer es mucho más incierto."

Entrando en un terreno más concreto, en el resumen de la reunión sobre Proyecciones de Población organizado por Naciones Unidas en Budapest (1980), referente a la tendencia de la fecundidad en países en desarrollo, Durand ^{16/} dice: "En aquellos países en desarrollo donde hay evidencia de que una tendencia al descenso de la fecundidad tiene lugar, las proyecciones están generalmente basadas en la expectativa de que esta tendencia continuará en el futuro, de conformidad con la teoría de la transición demográfica y con la experiencia histórica. La pregunta más importante a ser considerada en estos casos es, ¿a qué velocidad continuará el descenso durante el período de proyección y hasta qué niveles la fecundidad caerá? El problema es más difícil donde aún no hay evidencia de descenso; la pregunta crucial en ese caso es, ¿tendrá lugar un descenso durante el período de proyección? y si es así, ¿cuándo comenzará? Aún más difícil es el caso de países donde la fecundidad ya ha comenzado a descender lentamente; en este caso hay pocas guías teóricas o empíricas sobre expectativas con miras a las tendencias futuras."

El problema de la formulación de hipótesis de fecundidad para los países en desarrollo puede considerarse como el dar respuesta a las interrogantes antes citadas. Resulta, sin embargo, muy claro que para poder responder a cualquiera de esas preguntas es un paso ineludible y fundamental tener buenas estimaciones de los niveles y tendencias de la fecundidad reciente y pasada, lo que en los países en desarrollo de por sí constituyen en la mayoría de los casos, un desafío no fácil de vencer en el que los demógrafos dedican una parte sustancial de sus actividades.

Comúnmente, la proyección de la fecundidad se hace en dos etapas. Se proyecta en primer lugar, el nivel general de la misma, expresado en términos

^{15/} Naciones Unidas; Idem anterior, pág. 208.

^{16/} Naciones Unidas; Population Projections ... op. cit., pág. 208.

de la Tasa Global de Fecundidad (TGF) o la Tasa Bruta de Reproducción (TBR), y en segundo, la estructura porcentual de las tasas de fecundidad por edades. Se obtienen después, con facilidad, las tasas por edades combinando las tasas y las estructuras proyectadas.

Este procedimiento se usa solamente con fines prácticos pues nivel y estructura son dos elementos muy ligados entre sí y no pueden considerarse en forma independiente. Aún así, el posible descenso de la fecundidad puede estar combinado con muchas formas de evolución de la estructura por edades, dependiendo de si el descenso se da por postergación de los nacimientos, por mayor espaciamiento entre ellos o porque las mujeres tienen un número determinado y deciden no tener más.

En resumen, la formulación de hipótesis involucra los dos pasos mencionados, pero es sin duda mucho más importante el que tiene que ver con el nivel general de la fecundidad.

2. Criterios para la formulación de hipótesis

Previo a la discusión de los criterios, conviene establecer algunos aspectos que son, en cierta manera, condicionantes del enfoque a adoptar. En particular, se hace referencia al período y carácter de la proyección.

Las proyecciones elaboradas por las Naciones Unidas se hacen generalmente por un período de 45 años (1980-2025) y en los casos de países en que se superarían los 50 millones de habitantes al año 2000, éstas se extienden hasta el año 2150 (en América Latina: Brasil y México). A efectos prácticos no es importante distinguir si esto es una proyección a "corto" o "largo" plazo pues, aunque para Naciones Unidas un período superior a 10 años es considerado largo plazo, las proyecciones en sí contienen los períodos más breves. Parece mucho más relevante el carácter de la proyección en relación a la pretensión o no de predicción de la evolución futura de la población.

Dado que las proyecciones elaboradas por el CELADE, en la mayoría de los casos en colaboración con organismos nacionales, están destinadas fundamentalmente a ser utilizadas como insumo de los planes de desarrollo

económico y social y a servir de base a las políticas en relación al consumo de bienes y servicios básicos (vivienda, salud, educación, etc.), inversiones públicas, empleo, etc., deben tener por fuerza un carácter predictivo.

La literatura existente sobre las proyecciones de población, generalmente expresa que cuanto más largo es el período, más difícil es lograr pronosticar lo que va a suceder e incluso se dice que cuando el plazo es muy corto, basta considerar los componentes demográficos como constantes o continuar la tendencia pasada. En relación a la fecundidad, de un punto de vista práctico sucede todo lo contrario, lo más complejo es establecer la fecundidad de los dos o tres primeros quinquenios de la proyección, pues por un lado tiene especial importancia porque se refiere al período que más interés tiene para los países y por otro lado existe dificultad, en muchos casos, para establecer los actuales niveles y tendencias debido a la limitación de la información disponible. En muchos países son motivo de polémica las cifras que se manejan para la actualidad o el futuro cercano, pero pocos se preocupan de lo que podrá suceder más allá del fin de siglo.

Hasta ahora, cualquiera sean las posiciones respecto a la mejor forma de formular las hipótesis sobre fecundidad, se podría decir que existen ciertos marcos generales, casi universalmente aceptados:

- a) Se supone que no ocurrirán hechos anormales que son imposibles de prever, como ser guerras, catástrofes naturales e incluso cambios sociales y económicos que impliquen una revolución en las estructuras actuales. En América Latina existen múltiples ejemplos de sucesos imprevistos que pudieron alterar las tendencias de los componentes demográficos y en particular de la fecundidad. Este supuesto conduce a que generalmente las tendencias futuras previstas tengan una evolución regular, sin alteraciones bruscas.
- b) La teoría de la transición demográfica es usada como marco de referencia fundamental para la formulación de las hipótesis de fecundidad y mortalidad. Se supone que en el largo plazo ambos componentes, por efecto de la modernización, descenderán conduciendo a una situación de reemplazo (Tasa Neta de Reproducción igual a 1) que hacen que la

población en algún momento se vuelva estable con crecimiento nulo (estacionaria). Estas ideas son útiles para indicar una dirección en la tendencia, pero no ofrecen elementos como para fijarse la trayectoria concreta hacia el equilibrio final, ni los años necesarios para ello.

En relación a lo anterior Coale ^{17/} dice que "la debilidad del concepto se asocia con la dificultad de definir un momento inicial preciso (una lista de características esenciales, o un puntaje combinado en alguna escala socioeconómica) de modernización, que confiablemente identificará a una población en la cual la fecundidad está lista para declinar." ... "la debilidad de la idea de la transición es lo que nos dice que un alto grado de modernización es suficiente para causar una caída de la fecundidad, pero no qué grado (si hay alguno) de modernización es necesario para producir una caída."

- c) Los cambios en la fecundidad están de alguna manera ligados a factores socioeconómicos, culturales, religiosos o psicosociales que actúan a través de las llamadas variables intermedias ^{18/} (edad al casarse, período de amamantamiento, uso de anticonceptivos, aborto inducido, etc.).

En relación a las formas concretas de formular las hipótesis se pueden distinguir dos posiciones, entre las cuales se dan muchos matices. Estas posiciones son:

- Los que proponen procedimientos simples en que prima el sentido común y la intuición demográfica basada en el conocimiento posible de niveles, tendencias y factores determinantes.
- Los que proponen el uso de modelos matemáticos más o menos sofisticados, más o menos rígidos, que relacionan la fecundidad ya sea con factores socioeconómicos y/o variables intermedias.

^{17/} Coale, A.; La Transición Demográfica. CELADE, Serie D 86, Santiago, 1977.

^{18/} Davis, K. y Blake, J.; "Social Structure and Fertility" en Economic Development and Cultural Change, Abril 1956.

No se pretende ser imparcial en la exposición que sigue; en el CELADE se ha trabajado sin duda alguna en la línea del primero de los procedimientos planteados. No es que no se crea útil el desarrollo de la segunda orientación, pero el actual grado del conocimiento y la información disponible en los países menos desarrollados la hacen impracticable y engañosa. Construir modelos complicados con base en datos no muy confiables (si los hay) y en relaciones aún no probadas es dedicarle mucho tiempo a construir un "castillo de naipes".

En relación al uso de modelos económico-demográficos es útil conocer algunas de las conclusiones a que ha arribado Brass ^{19/}:

"El punto crítico es la relación entre factores socioeconómicos y las tendencias de las tasas demográficas. Si esta correlación fuera fuerte, sería difícil considerar cualquier desarrollo de la proyección de población excepto como parte de complejos modelos económicos, y éstos están en una etapa primitiva de construcción. Una interpretación personal, de investigación reciente es que mientras que las influencias sociales y económicas son importantes al establecer las condiciones para los cambios demográficos, ellas son menos significativas en la determinación de la intensidad y la trayectoria." ... "Sin embargo, tiene que reconocerse que aunque los factores sociales y económicos tienen influencias críticas en la iniciación de la reducción de ambas, mortalidad y fecundidad, la ubicación en el tiempo de los movimientos demográficos en relación a indicadores mesurables (o subjetivamente estimados) son altamente inciertos. Las variables mediatas (presumiblemente de cultura, ideas y comunicación) operan por vías que nosotros no hemos comenzado a comprender."

Este tema fue discutido en la reunión de Budapest (1980) y si bien se ha recomendado continuar con los esfuerzos por desarrollar modelos de este tipo (ejemplo: BACHUE), "... fueron expresadas algunas dudas, sin embargo, sobre la utilidad de tales modelos para proyectar fecundidad, a causa de lo incierta y cambiante de las relaciones entre fecundidad y las variables socioeconómicas." ^{20/}

^{19/} Naciones Unidas; Prospect of population ... op. cit. pág. 100.

^{20/} Naciones Unidas; Population Projections ... op. cit. pág. 18.

En lo que respecta a las variables intermedias la situación parece ser aún más complicada. No sólo se está en una etapa más temprana en el estudio de las relaciones con la fecundidad sino que para la mayoría de los países en desarrollo no se dispone de información y no parece una empresa fácil poder obtenerla. Chidambaram ^{21/}, encargado de presentar un documento sobre el tema a la reciente reunión del Grupo de Expertos Ad Hoc de las Naciones Unidas (1981), al respecto dice: "... intentar medir la naturaleza y extensión de las relaciones entre la fecundidad y las variables intermedias ha sido impedido por el vacío de datos confiables sobre estas variables excepto en el caso de uso de anticonceptivos." Señala, además, que la Encuesta Mundial de Fecundidad ayudó a llenar ese vacío. Al final de su documento cita a Brass en la siguiente frase: "Las proyecciones de población deber ser calculadas por una combinación de definiciones de modelos más complicados, principalmente en términos de conveniencia más bien que de evidencia, y una estimación semi-intuitiva del peso e impacto de factores intrínsecos y extrínsecos."

A los elementos presentados hasta acá podría agregarse una pregunta más: ¿Es más fácil predecir el comportamiento futuro de los factores socioeconómicos y las variables intermedias que el de la propia fecundidad? Aunque es difícil dar una respuesta, se puede poner en duda que así sea.

3. Criterios utilizados en el CELADE

Si bien no hay reglas fijas, sino más bien, varían de acuerdo al caso concreto de que se trate, las normas específicas con que se trabaja en el CELADE son:

- a) Elaborar las proyecciones en colaboración con los organismos nacionales (Direcciones de Estadística y Censos y/o Oficinas de Planificación). Además de ser ésta una norma de principios, pues la actividad del CELADE está dirigida a los países, esto tiene múltiples ventajas de tipo práctico. Se tiene un mayor acceso a la información más actualizada, un mejor conocimiento de los planes de los gobiernos en medidas que puedan afectar a la fecundidad y una unidad de criterios y cifras que

^{21/} Chidambaram, V.C.; Use of the Intermediate Factors in Fertility Projections. Naciones Unidas, IESA/P/AC.18/12 Noviembre 1981.

contribuye a eliminar la confusión de los usuarios. En muchas oportunidades los países ya tienen metas de políticas establecidas en términos de fecundidad. Es también un medio eficaz de poner a disposición de los demógrafos nacionales el caudal de métodos, experiencias e infraestructura del CELADE.

- b) Se vuelca el mayor esfuerzo destinado a lograr buenas estimaciones de los niveles y tendencias de la fecundidad. Cualquier proyección es deficiente si el punto de partida no es correcto. Un conocimiento adecuado de la tendencia es fundamental si se piensa que uno de los elementos más inciertos es determinar en qué momento comienza el descenso de la fecundidad. Un aporte igualmente importante es poder disponer de niveles y tendencias diferenciales por áreas y sectores socioeconómicos que permitan vislumbrar qué esté pasando en ciertas subpoblaciones que puedan mostrar un comportamiento que luego tienda a generalizarse.
- c) Los criterios generales antes mencionados (pág. 12) sirven de marco para fijar la dirección que seguirá la tendencia a adoptar. En ese sentido es de destacar el supuesto general de descenso de la fecundidad en la medida que el país esté sujeto a un desarrollo económico y social acompañado de la llamada transición demográfica. Esto hace que se considere una evolución logística descendente hacia valores cercanos al reemplazo.
- d) El hecho de que en el CELADE se elaboran las proyecciones de los 20 países de la región, permite buscar cierta coherencia entre las hipótesis formuladas para cada caso con la del resto de los países. Además, se acumulan experiencias que ayudan en algunos casos a predecir, por analogía, el curso probable de los acontecimientos en relación a la fecundidad.
- e) Siguiendo una recomendación de la División de Población de Naciones Unidas se construyen cuatro variantes de las proyecciones de población. Una de ellas es puramente teórica y supone que la fecundidad se mantendrá constante en el período de proyección. Las otras tres están compuestas por la variante media o recomendada y las llamadas alta (descenso lento) y baja (descenso rápido). La media pretende ser la más

plausible de acuerdo a los antecedentes y las otras forman una franja en la que se supone estará, con gran probabilidad el recorrido futuro de la Tasa Global de Fecundidad. Esta idea surge de la incertidumbre sobre la tendencia futura de esta variable, permitiendo conocer qué implica, en términos de crecimiento y estructura de la población, el que la fecundidad descienda más rápidamente o más lentamente.

Según las recomendaciones de la reunión de Budapest no necesariamente las variantes deben hacerse con respecto a la fecundidad, incluso señalan la posibilidad de que éstas se formulen también respecto a la mortalidad o migración ^{22/}. En el CELADE se realizan las variantes con respecto a la fecundidad por ser ésta la variable fundamental en la determinación del crecimiento y estructura de la población y por la incertidumbre que existe sobre su comportamiento futuro, en particular en los países que tienen niveles altos o los que están en pleno proceso de descenso.

- f) Con los elementos anteriores se tendría la posibilidad de ajustar una curva logística en base a la tendencia pasada (que podría ayudar a establecer una asíntota superior), el nivel actual de la fecundidad y una asíntota inferior alrededor del valor de reemplazo para un futuro a largo plazo, en la mayoría de los casos. Pero el problema está en que para llegar al reemplazo a partir de la tasa actual existen infinitas formas de que ello ocurra e innumerables momentos en el tiempo. De acuerdo a lo planteado se deben elegir solamente tres curvas que representen las hipótesis media, alta y baja.

La División de Población de las Naciones Unidas ha generado para ello modelos generales basados en el nivel actual de la fecundidad (medido por la TBR) y en un número de años específicos (prefijado) en que se llegará al reemplazo ^{23/}. En el CELADE se prefiere trabajar fijándose un valor adicional de la TBR o TGF para un período intermedio de la proyección (por ejemplo: 1985-90, 1990-95 o 1995-2000). De esta manera se podrá, para cada hipótesis, determinar una curva logística específica, y además asegurar, para los primeros quinquenios de la

^{22/} Naciones Unidas; Population Projections ... op. cit., pág. 3.

^{23/} Naciones Unidas; Perspectivas de la Población Mundial. Nueva York, 1973, pág. 8.

proyección, una evolución acorde con los análisis efectuados y con las políticas gubernamentales. La forma operativa de trabajar se describe en el capítulo siguiente.

Para la estructura por edades de la fecundidad valen la mayoría de los criterios aquí esbozados. Actualmente se está usando un procedimiento basado en el modelo "relacional" de Gompertz, que se describe en el capítulo IV.

III. MECANICA DE LA PROYECCION DE LA FECUNDIDAD

En esta sección y la siguiente se describe la forma operativa general de realizar la proyección de las tasas de fecundidad por edades. Tal como se dijo antes esto se hace en dos etapas: primero se proyecta la fecundidad general, en términos de la TGF o de la TBR (en este capítulo), y luego se proyecta la distribución relativa por grupos de edades (capítulo IV). Finalmente se aplica esa distribución a la TGF y se obtienen las tasas proyectadas por grupos de edades.

Uno de los criterios generales para proyectar la fecundidad está basado en la teoría de la transición demográfica que supone que en el largo plazo esta variable descenderá hasta llegar a una situación de reemplazo. Este descenso podría describirse, en general, mediante un comportamiento de tipo logístico. Para ello, en el CELADE, se usa habitualmente la siguiente función:

$$TGF(t) = K_1 + \frac{K_2}{1 + e^{a+bt}}$$

en que: TGF(t) - Tasa Global de Fecundidad en el momento t.

K_1+K_2 - Asíntota superior.

K_1 - Asíntota inferior.

a,b - Parámetros.

t - Tiempo.

A fin de definir la función son necesarios 4 pivotes, pues debe contarse con los valores de K_1 , K_2 , a y b. Generalmente se definen los siguientes valores:

K_1+K_2 - Asíntota superior que correspondería a la TGF más alta observada o supuesta, para el país en un pasado más o menos remoto.

K_1 - Asíntota inferior, que es el valor final de la TGF en el proceso de transición. Se puede elegir una TGF tal que combinada con una mortalidad límite futura conduzca a una Tasa Neta de Reproducción igual a la unidad. (TGF aproximadamente igual a 2.01).

TGF(0) - TGF para el momento de comienzo de la proyección que en general es el período 1975-80.

TGF(T) - TGF correspondiente a un momento T del futuro, que podría ser el período 1995-2000 (T=20).

Así pueden calcularse los valores de a y b resolviendo el sistema de ecuaciones correspondiente:

$$a = \ln \left[\frac{K_1 + K_2 - TGF(0)}{TGF(0) - K_1} \right]$$

$$b = 1/T \left[\ln \frac{K_1 + K_2 - TGF(T)}{TGF(T) - K_1} - a \right]$$

Por ejemplo, para las hipótesis media y alta de fecundidad de México, en una reciente revisión de la proyección, se adoptaron los siguientes valores:

	<u>Media</u>	<u>Alta</u>
$K_1 + K_2$	7	7
K_1	2.2	2.5
TGF(0)	5	5 (corresponde al año 1979; última estimación disponible)
TGF(18)	3	3.8 (corresponde al período 1995-2000)

lo que condujo a las siguientes funciones:

Media:
$$TGF(t) = 2.2 + \frac{7}{1 + e^{-0.3365 + 0.1081t}}$$

Alta:
$$TGF(t) = 2.5 + \frac{7}{1 + e^{-0.2231 + 0.0624t}}$$

Con estas expresiones se calcularon las TGF desde el período 1980-85 hasta el final de la proyección, pero para el pasado se mantuvieron las TGF observadas. En el cuadro 2 y gráfico 1 se presentan los valores desde el año 1950 hasta el 2025.

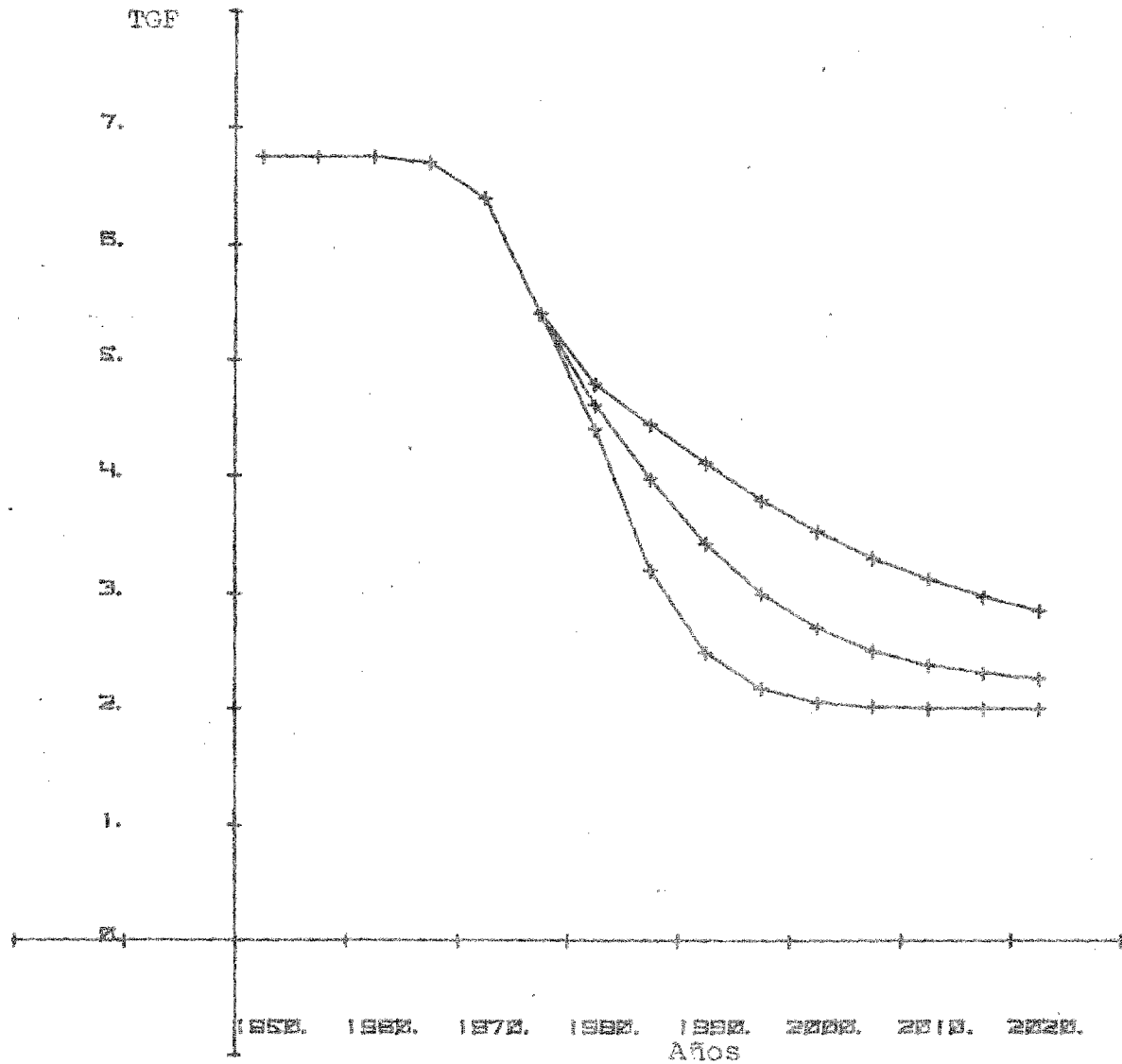
Como se dijo antes, ésta es una manera de definir la logística pero, dependiendo del caso concreto, debe buscarse la forma más adecuada. En el mismo caso de México, para la hipótesis baja, que coincide con lo planteado como meta de la política de población del país, se tomó como TGF(0) un valor de 6.03 correspondiente a una estimación para el año 1975 y $TGF(T) = 4.4$ para el período 1980-85 (valor establecido como meta de política). Las asíntotas superior e inferior fueron 7 y 2 respectivamente, conduciendo a valores de $a = -1.4242$ y $b = 0.2149$ (véase los resultados de TGF en el cuadro 2 y gráfico 1).

Cuadro 2
PROYECCION DE LA TASA GLOBAL DE FECUNDIDAD DE MEXICO.
HIPOTESIS MEDIA, BAJA Y ALTA. PERIODO 1950-2025

Período	Hipótesis		
	Media	Baja	Alta
1950 - 1955	6.75	6.75	6.75
1955 - 1960	6.75	6.75	6.75
1960 - 1965	6.75	6.75	6.75
1965 - 1970	6.70	6.70	6.70
1970 - 1975	6.40	6.40	6.40
1975 - 1980	5.40	5.40	5.40
1980 - 1985	4.61	4.40	4.79
1985 - 1990	3.98	3.20	4.44
1990 - 1995	3.43	2.49	4.11
1995 - 2000	3.00	2.18	3.80
2000 - 2005	2.70	2.06	3.53
2005 - 2010	2.50	2.02	3.30
2010 - 2015	2.38	2.01	3.12
2015 - 2020	2.31	2.00	2.97
2020 - 2025	2.26	2.00	2.85

Gráfico 1

PROYECCION DE LA TASA GLOBAL DE FECUNDIDAD DE MEXICO.
HIPOTESIS MEDIA, BAJA y ALTA. 1950-2025



Fuente: Cuadro 2

En ciertos casos, es probable que no sea adecuado usar la logística. Es necesario trabajar con flexibilidad, no se puede tener un procedimiento único. Por ejemplo, si en un país la fecundidad está actualmente subiendo, como podría ser el caso de Argentina, quizás lo mejor es usar otro procedimiento que respete la tendencia reciente, aunque luego comience a mostrar un descenso. La logística, u otra función matemática que se use, tiene como único papel el presentar una evolución regular que a veces es difícil lograr mediante procedimientos de extrapolación gráfica, pero lo importante es prestar atención a la determinación de los valores de la TGF en el pasado, presente y en las metas intermedias o finales que se quieren adoptar.

La División de Población de las Naciones Unidas ^{24/} propone un método basado en modelos de curvas descendentes con un comportamiento aproximadamente logístico. Para seleccionar el modelo es necesario entrar con el nivel de la fecundidad al inicio de la proyección (TBR) y con el número de años que se cree son necesarios para llegar a una TBR = 1. Se definieron dos curvas hipotéticas: la primera parte de una TBR = 2.9 y llega a TBR = 1 en 30 años y la segunda parte con una TBR = 3.5 y llega a la unidad 70 años después. La flexibilidad del modelo está en que mediante interpolación pueden encontrarse curvas que partan de otros valores de TBR o que tome un número de años diferente de 30 o 70 para llegar al equilibrio final. El cuadro 3 y el gráfico 2 son un ejemplo de ello.

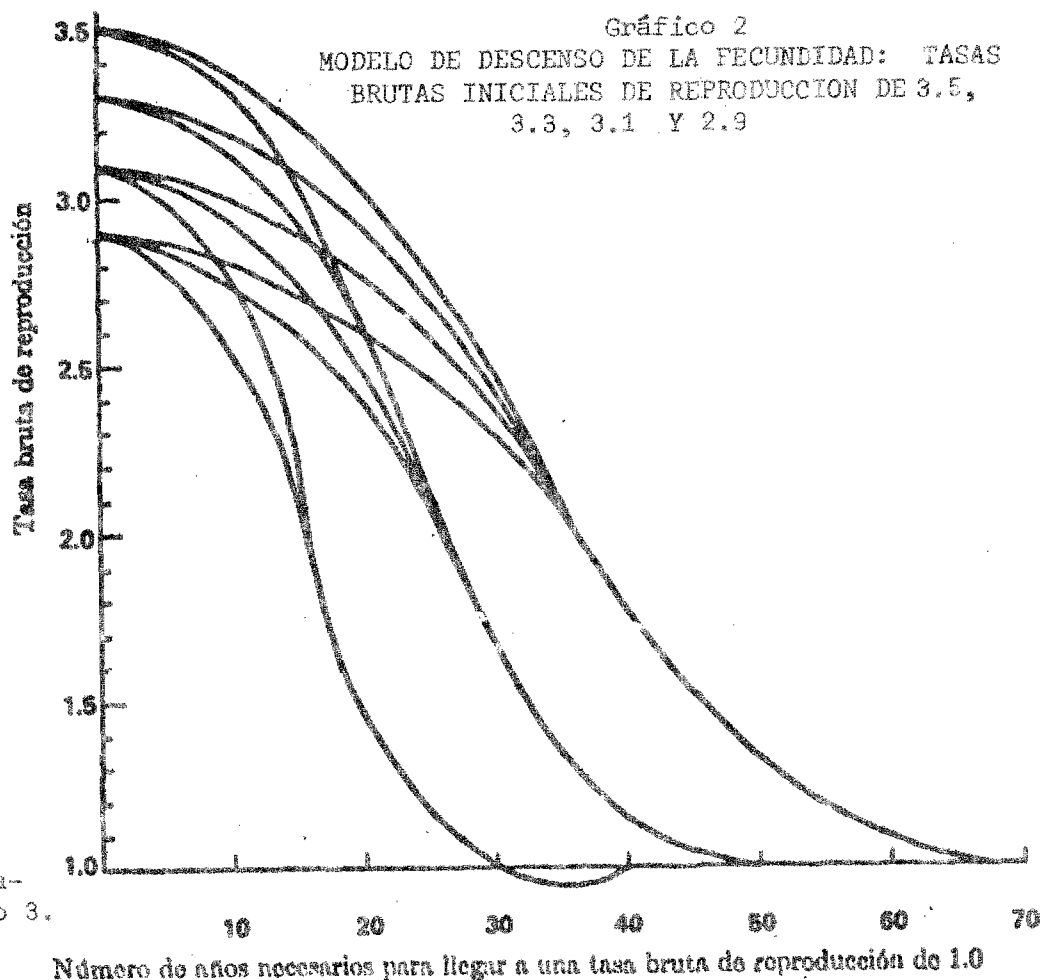
^{24/} Naciones Unidas, Perspectivas de la población ... op. cit., pág. 8.

Cuadro 3
MODELOS DE DESCENSO DE LA FECUNDIDAD EXPRESADA EN TASA BRUTA DE REPRODUCCIÓN EN FUNCIÓN DEL NIVEL INICIAL DEL DESCENSO Y DE LOS AÑOS NECESARIOS PARA QUE LA TASA SEA IGUAL A LA UNIDAD

Número de años desde el comienzo del descenso	Número de años para llegar a una tasa bruta de reproducción de 1.0			Número de años para llegar a una tasa bruta de reproducción de 1.0			
	70	60	50	70	60	50	40
	Nivel inicial: 3.50			Nivel inicial: 3.30			
0	3.50	3.50	3.50	3.30	3.30	3.30	3.30
5	3.47	3.43	3.44	3.27	3.25	3.24	3.23
10	3.38	3.35	3.31	3.19	3.16	3.13	3.07
15	3.25	3.17	3.05	3.07	3.01	2.93	2.72
20	3.05	2.90	2.62	2.90	2.79	2.59	2.12
25	2.78	2.53	2.14	2.69	2.50	2.13	1.61
30	2.50	2.12	1.69	2.44	2.12	1.69	1.28
35	2.10	1.75	1.38	2.10	1.75	1.38	1.09
40	1.78	1.46	1.18	1.78	1.46	1.18	1.00
45	1.54	1.26	1.05	1.54	1.26	1.05	
50	1.35	1.12	1.00	1.35	1.12	1.00	
55	1.20	1.03		1.20	1.03		
60	1.09	1.00		1.09	1.00		
65	1.03			1.03			
70	1.00			1.00			

	Nivel inicial: 3.30					Nivel inicial: 3.00				
	70	60	50	40	30	70	60	50	40	30
0	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
5	3.07	3.05	3.04	3.02	3.00	2.87	2.85	2.84	2.82	2.79
10	3.00	2.97	2.94	2.88	2.77	2.81	2.78	2.74	2.69	2.57
15	2.90	2.84	2.75	2.60	2.15	2.72	2.67	2.60	2.46	2.08
20	2.75	2.65	2.48	2.11	1.47	2.60	2.52	2.38	2.10	1.47
25	2.58	2.41	2.10	1.61	1.18	2.47	2.33	2.09	1.61	1.18
30	2.37	2.10	1.69	1.28	1.00	2.30	2.09	1.69	1.28	1.00
35	2.10	1.75	1.38	1.09	0.95	2.10	1.75	1.38	1.09	0.95
40	1.78	1.46	1.18	1.00	1.00	1.78	1.46	1.18	1.00	1.00
45	1.54	1.26	1.05			1.54	1.26	1.05		
50	1.35	1.12	1.00			1.35	1.12	1.00		
55	1.20	1.03				1.20	1.03			
60	1.09	1.00				1.09	1.00			
65	1.03					1.03				
70	1.00					1.00				

Fuente: Naciones Unidas, Perspectivas de la..., op.cit, pág. 9.



IV. PROYECCION DE LA ESTRUCTURA DE LA FECUNDIDAD POR EDADES

La Tasa Global de Fecundidad (TGF) puede interpretarse como el número medio de hijos por mujer al final del período reproductivo de una cohorte hipotética de mujeres que ha estado sujeta a la fecundidad por edades de un momento determinado, en la hipótesis de que fuera esa la fecundidad que tendría, a cada edad, la cohorte considerada y suponiendo además que la mortalidad de las mujeres es nula hasta el fin del período reproductivo.

La distribución relativa de las tasas de fecundidad por edades indica, por lo tanto, la forma en que las mujeres han ido teniendo sus hijos a través de la edad (tiempo). En ese sentido, es posible encontrar para un nivel determinado de fecundidad, medido por la TGF, formas distintas de la curva de fecundidad por edades. De ahí que sea común oír hablar de curvas con cúspide temprana, dilatada y tardía, de la edad media de la fecundidad y de su dispersión como indicadores de la estructura.

Dentro del esquema que presenta Pressat ^{25/} para caracterizar un fenómeno demográfico, la TGF mediría la "intensidad" con que se presentan los hechos y la distribución relativa de la fecundidad por edades el "calendario" ^{26/}, es decir la forma en que se dan a través del tiempo (en este caso para una cohorte ficticia). La "intensidad" y el "calendario" están en general asociados entre sí, no son conceptos totalmente puros. Tal es así, que comúnmente se acepta que a una fecundidad baja le corresponde una estructura por edades más joven y menos dispersa con respecto a un nivel de alta fecundidad ^{27/}.

Habitualmente se proyecta el nivel general (TGF) y, tratando de mantener cierta coherencia con él, se proyecta independientemente la estructura

^{25/} Pressat, R.: Pour une vision unifiée des méthodes de p^analys^e démographique. En Population. Número Especial. INED Paris, set. 1977.

^{26/} En francés "calendrier". En español no existe una palabra para referirse a este concepto, la que más se acerca es "patrón".

^{27/} Naciones Unidas; Boletín de Población de las Naciones Unidas, N° 7. Nueva York, 1963.
Camisa, Z.; Introducción al Estudio de la Fecundidad. CELADE, Serie B N° 1007, San José, 1975.

de la fecundidad por edades, pero es muy poco lo que se ha hecho en relación a la elaboración de criterios contal fin. En este trabajo se presenta un procedimiento que puede ser de utilidad para proyectar esa estructura. Este procedimiento se inspira en ideas de Brass ^{28/} y Kandiah ^{29/}, quienes se basan en la función de Gompertz linealizada mediante una transformación logarítmica.

1. El modelo del doble logaritmo de la función de Gompertz

Muchos autores han planteado la posibilidad de representar la fecundidad actual acumulada ($F(x) = \sum_{x=15}^x f_x$) o la paridez media (número medio de hijos por mujer a una edad determinada) a través de la función de Gompertz. Incluso, se han desarrollado métodos de estimación de la Tasa Global de Fecundidad basados en esta función ^{30/}.

Quizás lo que diferencia la forma de encarar la cuestión por Brass, frente a los intentos anteriores, es la flexibilidad del modelo que propone, lo que se refleja en un mayor respeto por los datos observados y en la importancia del juicio crítico del demógrafo para estudiar la coherencia de los resultados, lo que por otra parte es una constante en todas las técnicas desarrolladas por él.

a) Desarrollo del modelo:

La representación de la fecundidad acumulada mediante la función de Gompertz sería la siguiente:

$$F(x) = (TGF) A^{B^x} \quad (1)$$

^{28/} Brass, W.; The relational Gompertz model of fertility. (Inédito).
Brass, W.; An Application of the relational Gompertz model of fertility. (Inédito).

^{29/} Kandiah, V.; The use of the Relational Fertility Model Parameters in Population Projections. EAST WEST CENTER. (Inédito).

^{30/} Brass, W.; Cuatro lecciones de W. Brass. CELADE, Serie D, N° 91, Sesión III.

donde: x - es la variable edad.

$F(x)$ - es la fecundidad acumulada hasta la edad x (por suma de las tasas).

(TGF) - Tasa Global de Fecundidad, que es el valor de $F(x)$ para la edad límite superior del período reproductivo.

A y B - Parámetros positivos y menores que 1.

La distribución relativa acumulada adopta entonces la siguiente forma:

$$\frac{F(x)}{(TGF)} = A B^x \quad (2)$$

Aplicando logaritmo natural se tiene:

$$\ln \frac{F(x)}{TGF} = B^x \ln A$$

Dado que los miembros de la igualdad son negativos, se multiplica por (-1) y se le aplica nuevamente logaritmo natural:

$$\ln \left(-\ln \frac{F(x)}{TGF} \right) = x \ln B + \ln (-\ln A) \quad (3)$$

lo que constituye una recta de la forma:

$$V(x) = \alpha_0 + \beta_0 x \quad (4)$$

en que:

$$V(x) = \ln \left(-\ln \frac{F(x)}{TGF} \right)$$

$$\alpha_0 = \ln (-\ln A)$$

$$\beta_0 = \ln B$$

Considérese ahora una distribución estándar (modelo) $\frac{F^S(x)}{(TGF)^S}$, en ese caso:

$$V^S(x) = \alpha_s + \beta_s x \quad (5)$$

en que:

$$V^S(x) = \ln \left(-\ln \frac{F^S(x)}{(TGF)^S} \right)$$

Si $V(x)$ y $V^S(x)$ se comportan linealmente con respecto a la edad x , también habrá una relación lineal entre ellos, ya que de (5) se obtiene:

$$x = \frac{1}{\beta_s} V^S(x) = \frac{\alpha_s}{\beta_s}$$

que substituyendo en (4), conduce a:

$$V(x) = \alpha_o - \alpha_s \frac{\beta_o}{\beta_s} + \frac{\beta_o}{\beta_s} V^S(x)$$

y llamando:

$$\alpha = \alpha_o - \alpha_s \frac{\beta_o}{\beta_s} \text{ y } \beta = \frac{\beta_o}{\beta_s}$$

se tiene que:

$$V(x) = \alpha + \beta V^S(x) \quad (6)$$

El desarrollo planteado tiene gran similitud con lo que Brass ha desarrollado en el campo de la mortalidad a través del sistema logito ^{31/}.

A continuación se presenta un ejemplo que permite apreciar empíricamente esta relación. En el gráfico 3 se representan los valores siguientes:

Abscisa $V^S(x)$ - valores correspondientes a Chile, período 1970-75.

Ordenada $V(x)$ - valores correspondientes a Chile, períodos 1955-1960, 1965-1970 y 1970-1975.

^{31/} Brass, W.; Métodos para estimar la fecundidad y la mortalidad en poblaciones con datos limitados. CELADE, Serie E N° 14, pág. 135.

En el cuadro 4 se pueden apreciar las tasas de fecundidad quinquenales para Chile en los tres períodos y el proceso de cálculo de las funciones $V(x)$ y $V^S(x)$ respectivamente.

Los valores de α y β se obtienen ajustando los 6 puntos por el método de promedios, en que se plantean las siguientes ecuaciones:

$$V_1(x) = \alpha + \beta \bar{V}_1^S(x)$$

$$\bar{V}_2(x) = \alpha + \beta \bar{V}_2^S(x)$$

siendo:

$$\bar{V}_1 = \frac{V(20) + V(25) + V(30)}{3} \quad y$$

$$\bar{V}_2 = \frac{V(35) + V(40) + V(45)}{3}$$

\bar{V}_1^S y \bar{V}_2^S son los mismos conceptos para la distribución estándar.

Entonces,

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{V}_2 - \bar{V}_1}{\bar{V}_2^S - \bar{V}_1^S} \quad (7)$$

$$y \quad \hat{\alpha} = \bar{V}_1(x) - \hat{\beta} \bar{V}_1^S(x) \quad (8)$$

b) Significado de los parámetros:

La fórmula fundamental del modelo es entonces la siguiente:

$$V(x) = \alpha + \beta V^S(x) \quad \text{siendo}$$

$$V(x) = \ln \left(-\ln \frac{F(x)}{TGF} \right)$$

Cuadro 4

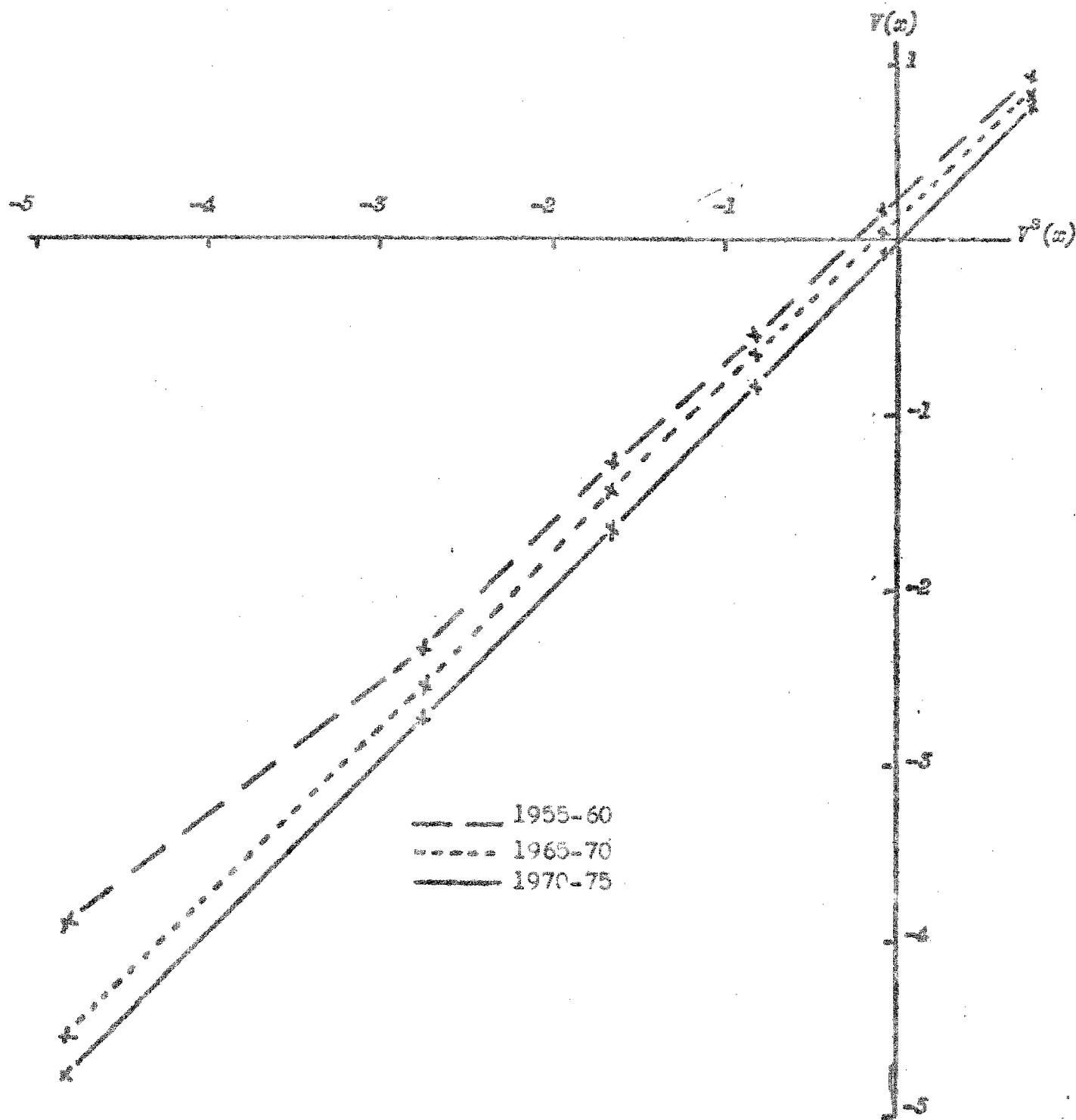
CHILE. CALCULO DEL DOBLE LOGARITMO DE LA ESTRUCTURA DE FECUNDIDAD ACUMULADA
PERIODOS 1950-1955, 1965-1970 y 1970-1975

Grupos de edades	1950-1955			1965-1970			1970-1975		
	${}_5f_x$	$\frac{F(x)}{TGF}$	$V(x)$	${}_5f_x$	$\frac{F(x)}{TGF}$	$V(x)$	${}_5f_x^x$	$\frac{F^S(x)}{(TGF)^S}$	$V^S(x)$
15 - 19	0,0780	-	-	0,0789	-	-	0,0776	-	-
20 - 24	0,2266	0,08130	0,92012	0,2079	0,09752	0,84490	0,1850	0,11653	0,76527
25 - 29	0,2319	0,31749	0,13742	0,2018	0,35447	0,03646	0,1652	0,39435	-0,07203
30 - 34	0,1905	0,55920	-0,54259	0,1464	0,60388	-0,68443	0,1212	0,64244	-0,81535
35 - 39	0,1435	0,75777	-1,28236	0,1129	0,78482	-1,41759	0,0751	0,82445	-1,64485
40 - 44	0,0700	0,90734	-2,33057	0,0528	0,92436	-2,54271	0,0363	0,93723	-2,73600
45 - 49	0,0189	0,98030	-3,91721	0,0084	0,98962	-4,56248	0,0055	0,99174	-4,79225
TGF	4,7970			4,0455			3,3295		
$\hat{\alpha}$			0,2078			0,1049			0,00000
$\hat{\beta}$			0,8889			0,9634			1,00000

Fuente: Pujol, J.M.: Chile. Proyecciones de la población por sexo y grupos quinquenales de edades. 1950-2000. CELADE 1978. (Inédito).

GRAFICO 3

CHILE: DOBLE LOGARITMO DE LA ESTRUCTURA DE LA FECUNDIDAD ACUMULADA DE LOS PERIODOS 1955-60, 1965-70 Y 1970-75 CON RESPECTO AL PERIODO 1970-75 CONSIDERADO COMO ESTANDAR



Sin duda que α y β son los parámetros que diferencian la estructura observada de la estándar. El parámetro α representa fundamentalmente la diferencia en la edad media de la fecundidad y β está más ligado con la dispersión de las tasas de fecundidad por edades. Esto se comprueba fácilmente realizando el ejercicio que se presenta en los gráficos 4 y 5.

En el gráfico 4 se toma $\beta = 1$ constante y se hace variar α , observándose se que un $\alpha < 0$ traslada la curva hacia la izquierda implicando una menor edad media de la fecundidad y un $\alpha > 0$ conduce a lo contrario.

Cuando se mantiene constante $\alpha = 0$ y se hace variar β , (gráfico 5), se observa que un $\beta > 1$ significa mayor concentración de las tasas con respecto al estándar y un $\beta < 1$ por lo tanto una menor concentración.

En resumen:

$\alpha < 0$ edad media de la fecundidad menor que la estándar.

$\alpha > 0$ edad media de la fecundidad mayor que la estándar.

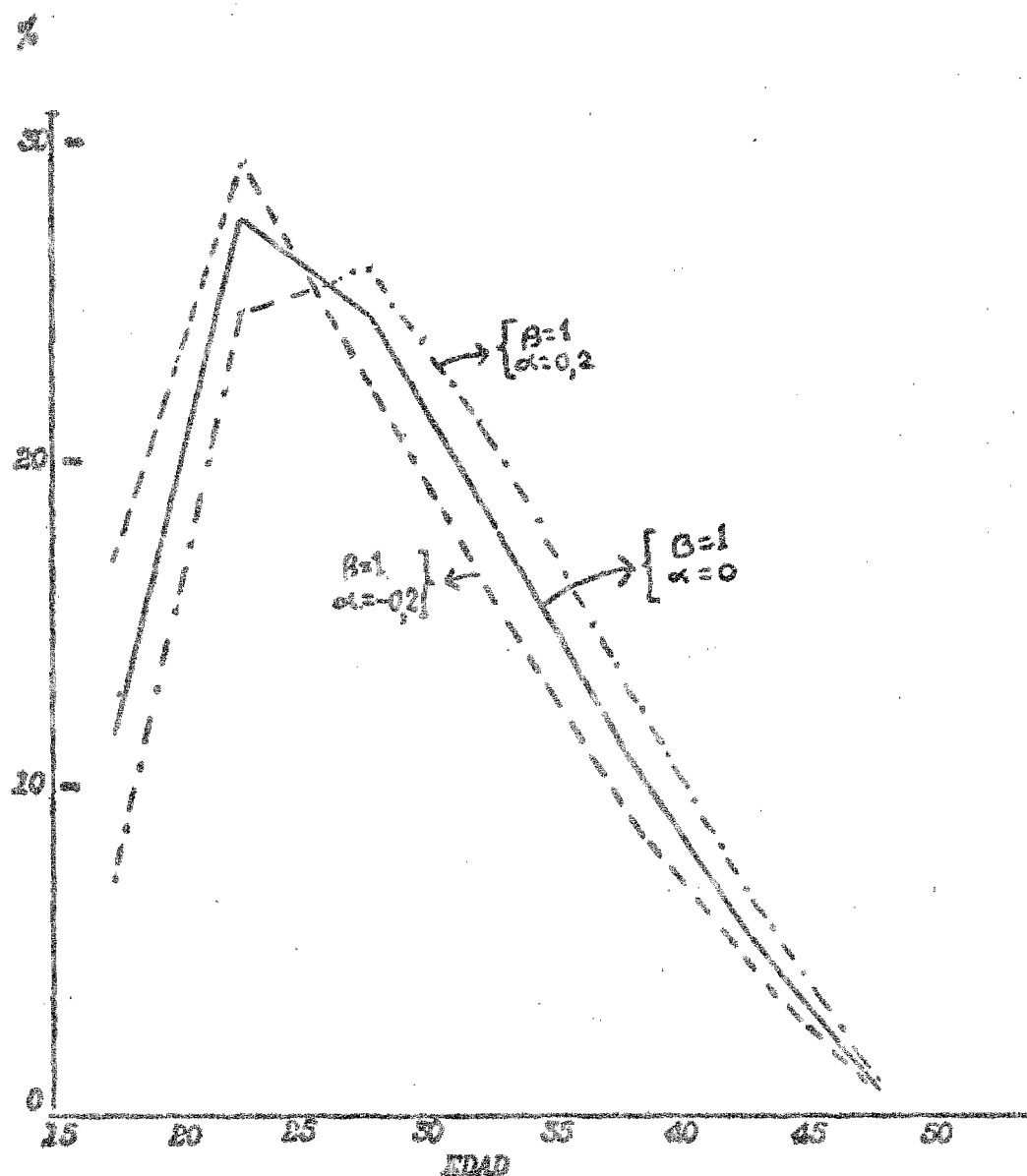
$\beta > 1$ mayor concentración de las tasas de fecundidad por edades que en la estándar.

$\beta < 1$ menor concentración de las tasas de fecundidad por edades que en la estándar.

Si tal como se mencionó antes, existe asociación entre el nivel de la fecundidad y su estructura (representada en este caso por los dos parámetros), es de esperar que si la fecundidad considerada es más baja que la correspondiente a la estándar se dé la combinación de un $\alpha < 0$ con $\beta > 1$ y si se trata de un nivel más elevado se esperaría un $\alpha > 0$ con un $\beta < 1$. Esto sería una regla general que permitiría estudiar la coherencia de la información de un país que experimenta cambios en sus niveles de fecundidad, pero sin duda que la realidad es mucho más compleja y es posible que se den combinaciones distintas a las descritas.

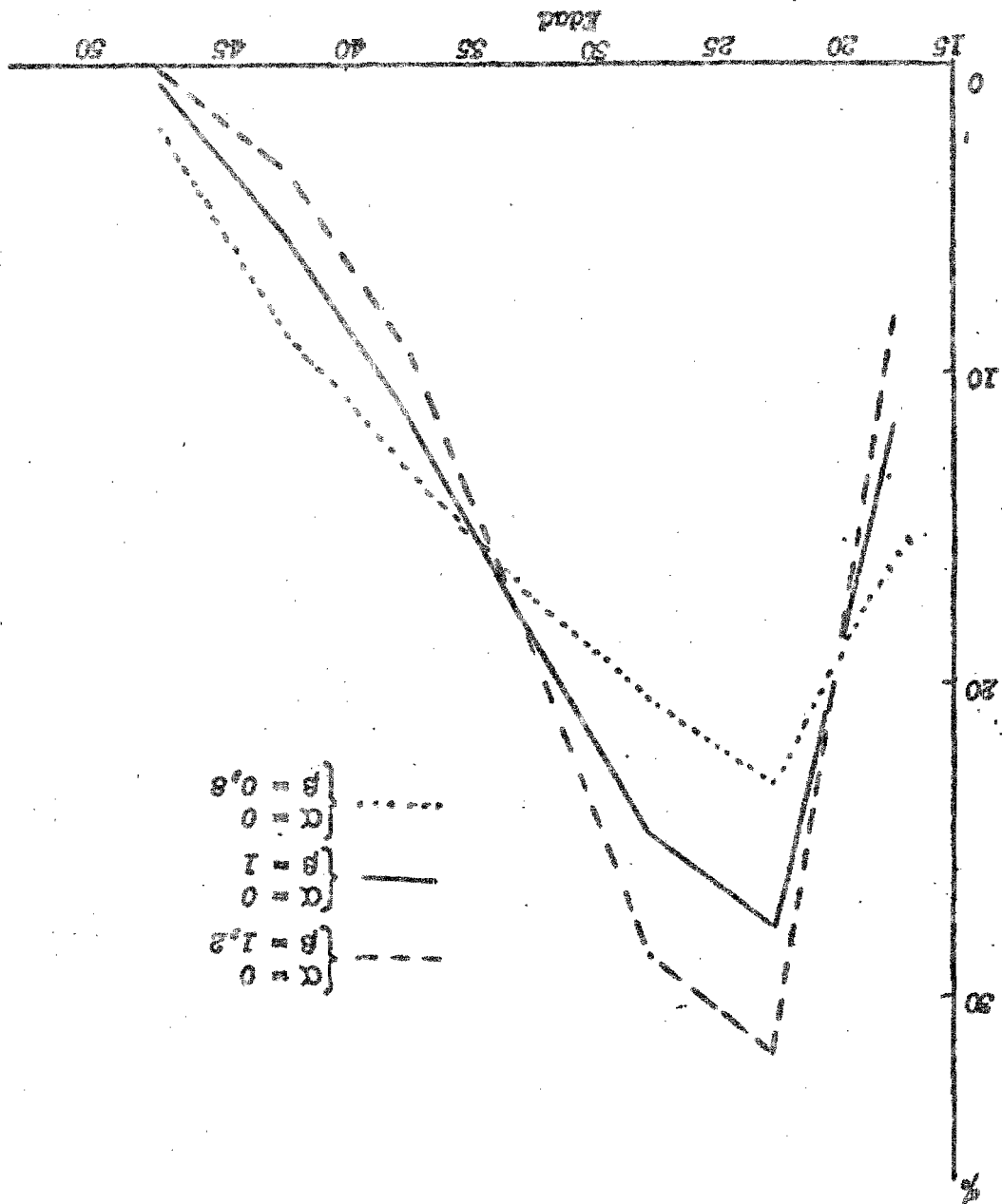
GRAFICO 4.

MODIFICACIONES DE LA ESTRUCTURA DE LA FECUNDIDAD
DE CHILE (1970-1975) TOMANDO $\beta = 1$ Y HACIENDO VA-
RIAR MEDIANTE LA RELACION $V(x) = \alpha + \beta V^S(x)$



MODIFICACIONES DE LA ESTRUCTURA DE LA PEGUNDA
 DE CHILE (1970-75) TOMANDO $\alpha = 0$ Y HACIENDO VA -
 RIAR β MEDIANTE LA RELACION $V(x) = \alpha + \beta V^8(x)$

GRAFICO 5



2. Proyección de la estructura

a) Relación entre nivel y estructura de la fecundidad:

La distribución relativa de las tasas de fecundidad por edades depende en definitiva del nivel de la fecundidad correspondiente a cada grupo de edades. En la medida en que la fecundidad descende, apartándose de los niveles naturales, la estructura o forma de la curva tendrá que ver con la intensidad del descenso en los diferentes grupos de edades, el cual por cierto puede darse de múltiples formas según como actúen las llamadas variables intermedias.

Aunque para un nivel determinado de fecundidad pueden haber variadas formas de la estructura de la fecundidad por edades, es posible establecer algunas normas generales de comportamiento. En la medida que se consideran niveles de fecundidad más bajos, la estructura se caracteriza por un mayor porcentaje a edades más tempranas (reduciéndose, por lo tanto, la edad media de la fecundidad) y además por un mayor grado de concentración de la curva en las edades de alta fecundidad. Esto se debe al descenso más pronunciado de la fecundidad de mujeres de más edad. Un examen interesante de ese asunto puede verse en el Boletín N° 7 de las Naciones Unidas, en que se analiza el problema en base a la experiencia de 72 países de todas las regiones del mundo.

Si existe asociación entre el nivel general de la fecundidad y su distribución relativa por edades, es de esperar entonces que también haya cierta relación entre el nivel general y los parámetros α y β , dado que estos definen una estructura por edades de la fecundidad determinada a partir de una estructura estándar. Para analizar estos aspectos considerando las variaciones de la fecundidad para un país o región a través del tiempo, podría considerarse la siguiente relación:

$$V(x,t) = \alpha(t) + \beta(t)V^S(x,t_s) \quad (9)$$

en que: t - es el momento o período t .

t_s - es el momento o período que corresponde a la estructura estándar elegida.

$V(x,t) = \ln (-\ln \frac{F(x,t)}{TGF(t)})$, es decir el doble logaritmo de la estructura correspondiente al momento t .

$V^S(x,t_s)$, igual que el anterior, pero con respecto al momento t_s .

$\alpha(t)$ y $\beta(t)$ tienen el mismo significado que α y β , pero en este planteo son función del tiempo.

¿Qué debería ocurrir con $\alpha(t)$ y $\beta(t)$ si la fecundidad del país en estudio estuviera bajando? Por lo visto en la sección IV.1.b debería esperarse una relación directa entre el nivel general de la fecundidad y $\alpha(t)$ y una relación inversa con $\beta(t)$. Vasantha Kandiah ^{32/}, usando información de Corea, Nueva Zelandia, Estados Unidos, Singapur y Taiwan, muestra que, en términos generales, ese comportamiento previsto se cumple.

En este ejercicio se presenta el caso de Chile, país latinoamericano con buenos registros y que ha experimentado descensos de la fecundidad en los últimos años. La información usada se tomó de la proyección de población vigente actualmente, por lo tanto los niveles de fecundidad y las estructuras consideradas corresponden a períodos quinquenales (1950-1955, 1955-1960, 1960-1965, 1965-1970, etc.). Se estimaron $\alpha(t)$ y $\beta(t)$ a partir de la relación (9), mediante la forma descrita en IV.1.a, (relaciones (7) y (8) y considerando como estándar el período 1970-1975). La evolución de estos parámetros se presenta en el Cuadro 5 y gráfico 6. A los efectos de ver la relación existente con el nivel general de la fecundidad se incluye también la Tasa Bruta de Reproducción (R').

Como experiencia observada interesa el período 1950-1975 en el cual se observa una notable relación entre los valores de $\alpha(t)$ y $\beta(t)$ con los correspondientes a R' .

b) Proyección:

La proyección de la estructura se hace generalmente adoptando una distribución meta para el último período de la proyección e interpolando para los períodos intermedios en base a los valores adoptados para la

^{32/} Kandiah, V.; The use of the Relational ... op.cit.

Tasa Bruta de Reproducción. Esta estructura meta puede ser tomada de modelos teóricos ^{33/} o de países con niveles de fecundidad similares al adoptado para el final de la proyección.

¿Cuán coherente es la estructura proyectada así, en relación con la correspondiente a la tendencia pasada? Para dar respuesta a esta interrogante es de gran utilidad el análisis de $\alpha(t)$ y $\beta(t)$ correspondiente al período proyectado y al anterior.

En el cuadro 5 y gráfico 6 se incluyen, para Chile, los valores de $\alpha(t)$, $\beta(t)$ y R' correspondientes al período 1975-2000, considerando la misma estructura estándar utilizada antes (período 1970-1975).

Se observa que $\beta(t)$ continúa en forma coherente la tendencia anterior, pero $\alpha(t)$ si bien sigue su descenso, éste no acompaña en su intensidad a R' , tal como se observaba en el período pasado.

Cuadro 5
CHILE. TASA BRUTA DE REPRODUCCION (R'), $\alpha(t)$ Y $\beta(t)$.
PERIODO 1950-2000

Período	Chile		
	$\alpha(t)$	$\beta(t)$	R'
1950-1955	0,20783	0,88836	2,33
1955-1960	0,21792	0,93119	2,53
1960-1965	0,22725	0,98094	2,43
1965-1970	0,10486	0,96340	1,97
1970-1975	0,00000	1,00000	1,62
1975-1980	-0,00580	1,03418	1,51
1980-1985	-0,01624	1,11411	1,34
1990-1995	-0,01999	1,16278	1,27
1995-2000	-0,02368	1,21112	1,22

^{33/} Naciones Unidas; Boletín de Población de las Naciones Unidas, N° 7, ... op. cit.

Si se mantiene la metodología usada hasta ahora para proyectar la distribución porcentual de las tasas de fecundidad, no hay duda que este tipo de ejercicio sería de gran utilidad para seleccionar la estructura meta más coherente. Otra alternativa muy prometedora es proyectar las tendencias de $\alpha(t)$ y $\beta(t)$ de acuerdo a la evolución supuesta de la R' . A continuación se ejemplifica este procedimiento con la información de Chile.

Para determinar $\alpha(t)$ se proyectó la tendencia gráficamente, manteniendo la relación con R' (ver gráfico 6). Dado que el crecimiento de $\beta(t)$ observado antes parece razonable, aunque quizás muy acelerado, se mantuvieron los mismos valores, de lo contrario se procedería a proyectar gráficamente su tendencia.

Luego de obtenidos los valores de $\alpha(t)$ y $\beta(t)$, para cada período de la proyección, se procede a estimar $V(x,t)$ mediante la relación (9) y a partir de estos valores se llega a la estructura proyectada (cuadro 6).

En los gráficos 7 y 8 pueden apreciarse las variaciones que van teniendo las estructuras correspondientes a la proyección realizada por los métodos tradicionales y a aquella realizada mediante la tendencia de los parámetros $\alpha(t)$ y $\beta(t)$. Sin duda aparece más notoria y ordenada la evolución obtenida mediante el segundo procedimiento, fundamentalmente de los 30 años de edad en adelante.

Con este ejercicio se ha pretendido demostrar la utilidad que puede tener el uso del doble logaritmo de la función de Gompertz para el tratamiento de las estructuras de la fecundidad por edades, pero la investigación en este sentido debe continuar buscando formar más refinadas y claras de aplicación de estas ideas.

Es posible manejar los parámetros con flexibilidad tratando de lograr una evolución de la estructura acorde con las hipótesis formuladas sobre el posible impacto de los factores determinantes por grupos de edades. Por ejemplo, si en el caso planteado de Chile se piensa que es exagerado el grado de concentración de la fecundidad para 1995-2000 y que esto está provocado por un crecimiento muy acelerado de β , puede probarse con un valor menor. Si, por ejemplo, se adopta un $\beta = 1.10$ se obtiene el resultado que aparece en la última columna del cuadro 6.

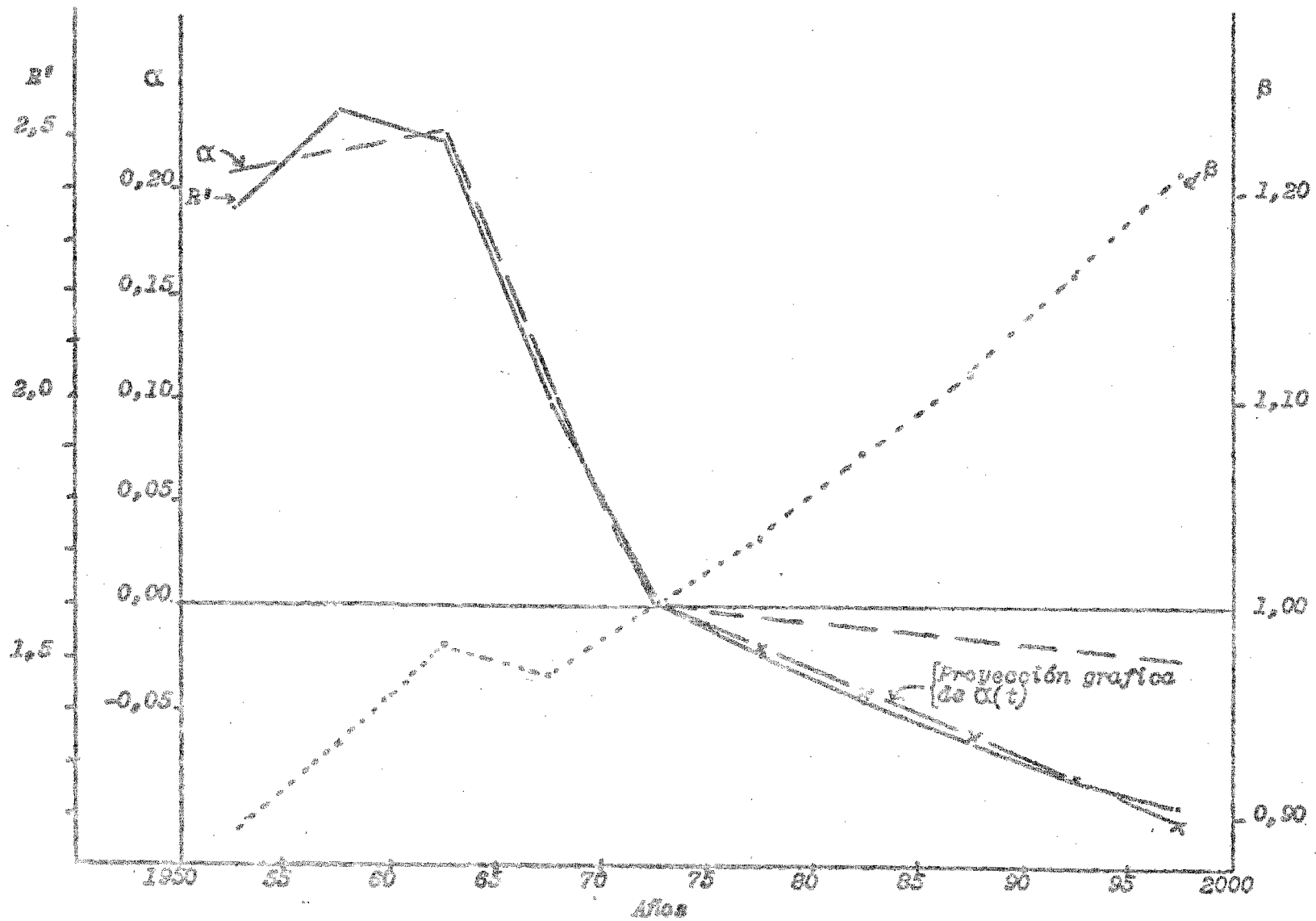
Cuadro 6

CHILE. PROYECCION DE LA ESTRUCTURA DE LA FECUNDIDAD CON $V(x,t) = \alpha(t) + \beta(t)V^S(x,t_s)$.
PERIODO 1975-2000

Grupos de edades	Estructuras						
	Estándar	1975-1980	1980-1985	1985-1990	1990-1995	1995-2000	1995-2000 con $\beta=1.10$
15 - 19	0,11653	0,11500	0,11224	0,10980	0,10637	0,10225	0,1231
20 - 24	0,27782	0,28759	0,29374	0,30951	0,32259	0,33503	0,3112
25 - 29	0,24809	0,25328	0,25938	0,26476	0,27108	0,27719	0,2577
30 - 34	0,18201	0,18035	0,17841	0,17605	0,17287	0,16969	0,1706
35 - 39	0,11278	0,10756	0,10175	0,09619	0,08960	0,08353	0,0939
40 - 44	0,05451	0,04935	0,04393	0,03919	0,03401	0,02959	0,0389
45 - 49	0,00826	0,00688	0,00555	0,00451	0,00349	0,00272	0,0046
$\alpha(t)$	0,00000	-0,02000	-0,04000	-0,06000	-0,08300	-0,10250	-0,10250
$\beta(t)$	1,00000	1,03413	1,07491	1,11411	1,16278	1,21112	1,10000
R'	1,62	1,51	1,42	1,34	1,27	1,22	1,22

GRAFICO 6

CHILE: EVOLUCION DE LA TASA BRUTA DE REPRODUCCION(R'), $\alpha(t)$ y $\beta(t)$. PERIODO 1950 - 2000



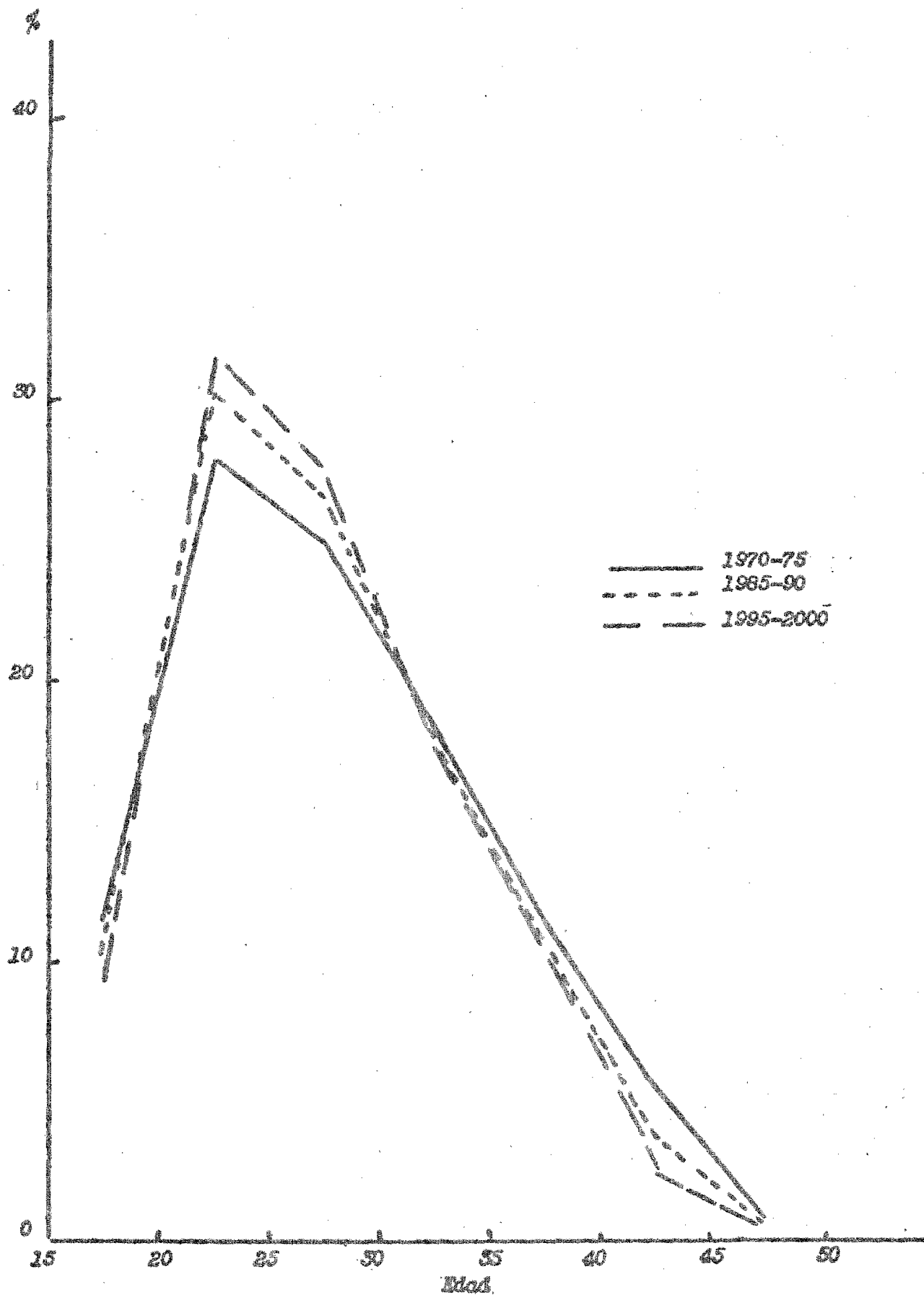
Fuente: Cuadro 6

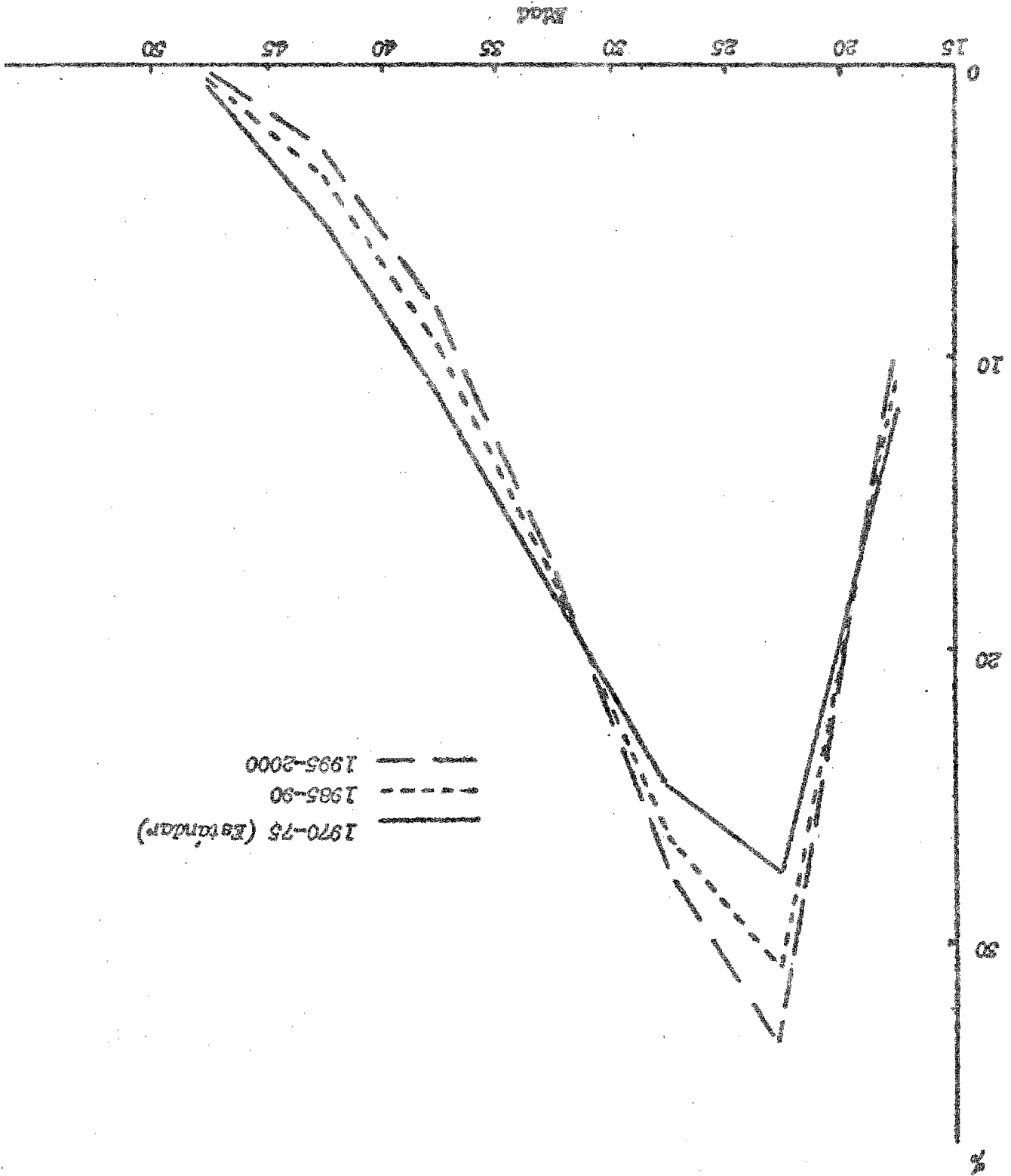
En una reciente revisión de la proyección de Costa Rica ^{34/} se trabajó en una forma que combina el procedimiento que se usaba antes, con base en un modelo teórico tomado como meta, con el descrito aquí. El modelo teórico permitió darse valores de α y β para el período final. De este modo, la estructura del modelo resulta modificada por la fecundidad real del propio país.

^{34/} Informe: "Costa Rica: Revisión de las proyecciones de población 1975-2025" elaborado por la Dirección General de Estadística y Censos en colaboración con el CELADE, 1982 (inédito).

GRAFICO 7

CHILE: ESTRUCTURA DE LA FECUNDIDAD SEGUN LA PROYECCION
DEL CELADE





CHILE: ESTRUCTURA DE LA FECUNDIDAD PROYECTADA CON

GRAFICO 8

